



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 44 13 098.8
㉔ Anmeldetag: 15. 4. 94
㉕ Offenlegungstag: 26. 10. 95

⑤ Int. Cl.⁸:
G 01 B 21/00
G 01 B 21/22
G 01 B 7/02
G 01 B 7/30
G 01 B 11/00
G 01 B 11/26
G 01 D 5/244
B 60 T 13/66

BEST AVAILABLE COPY

DE 44 13 098 A 1

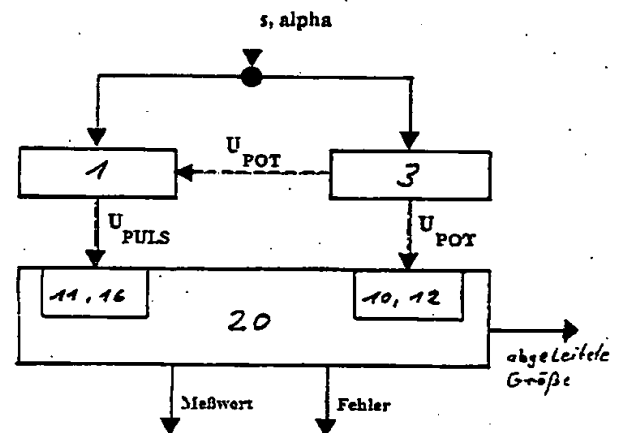
㉑ Anmelder:
Lucas Industries p.l.c., Solihull, West Midlands, GB
㉒ Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Wuesthoff & Wuesthoff,
81541 München

㉓ Erfinder:
Kohrt, Jens Peter, 56075 Koblenz, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen

⑤⑦ Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen, mit einem ersten Längen- oder Winkelaufnehmer (3), der nach einer ersten Meßmethode arbeitet und eine Eingangsgröße (s, alpha) in Form einer Linear- oder Angularbewegung in eine elektrisch verarbeitbare erste Ausgangsgröße (UPOT) umsetzt, ist zur Erhöhung der Funktionssicherheit und zur Vermeidung von "common mode"-Fehlern dadurch weitergebildet, daß ein mit dem ersten Längen- oder Winkelaufnehmer (3) mechanisch gekoppelter zweiter Längen- oder Winkelaufnehmer (1) vorgesehen ist, der nach einer von der ersten Meßmethode unterschiedlichen Meßmethode arbeitet und die Linear- oder Angularbewegung (s, alpha) in eine elektrisch verarbeitbare zweite Ausgangsgröße (UPULS) umsetzt, und die erste und die zweite Ausgangsgröße (UPOT, UPULS) für eine nachfolgende Verarbeitung und Auswertung bereitstehen.



DE 44 13 098 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Meßsystem zur Erfassung der Position eines bewegten Teiles, insbesondere für sicherheitsrelevante Anwendungen.

Ausgangspunkt der Erfindung ist ein bekanntes Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen, mit einem ersten Längen- oder Winkelaufnehmer, der nach einer ersten Meßmethode arbeitet und eine Eingangsgröße in Form einer Linear- oder Angularbewegung in eine elektrisch verarbeitbare erste Ausgangsgröße umsetzt.

Dies kann z. B. in Form eines Potentiometer realisiert sein, bei dem zur Umsetzung einer mechanischen Eingangsgröße, z. B. Wegstrecke oder Drehwinkel, in eine elektrische Ausgangsgröße, z. B. elektrische Spannung, ein Schleifkontakt auf einer Widerstandsbahn geführt ist, so daß eine Abhängigkeit der Ausgangsgröße von der Position des Schleifkontaktes auf der Widerstandsbahn und damit von der Eingangsgröße hergestellt wird.

Voraussetzung für das bestimmungsgemäße Eingangs-/Ausgangssignalverhalten des Potentiometers bildet dabei eine elektrisch einwandfrei leitende Verbindung zwischen dem Schleifkontakt und der Widerstandsbahn, die beispielsweise durch Ausbildung des Schleifkontaktes als Federhebel erreicht wird, so daß der Schleifkontakt permanent mit leichtem Druck auf die Oberfläche der Widerstandsbahn gepreßt wird.

Solche Potentiometer weisen vor allem den Nachteil auf, daß es unter Einwirkung der Anpreßkraft mit zunehmender Betriebszeit durch Reibung bedingt zum Verschleiß der Oberflächen des Schleifkontaktes und der Widerstandsbahn kommt, welcher sich als feiner Abrieb auf den Oberflächen des Schleifkontaktes und der Widerstandsbahn verteilt und eine Erhöhung des Übergangswiderstandes zur Folge hat, wodurch das Eingangs-/Ausgangssignalverhalten des Potentiometers negativ beeinflusst wird.

Insbesondere im Hinblick auf Verwendung in sicherheitskritischen Systemen erweist sich als Nachteil, daß zur Überwachung der Potentiometerfunktion der Einsatz mehrerer parallel zueinander angeordneter Potentiometer erforderlich ist, so daß eine gemeinsame Eingangsgröße mehrfach erfaßt wird und durch Vergleichen der jeweiligen Ausgangsgrößen auf Funktionsstörungen zurückgeschlossen werden kann. Dies ist jedoch mit hohen Kosten verbunden und erfordert zusätzlichen Einbauraum.

Ferner besteht bei der redundanten Ausführung der Nachteil, daß sogenannte "common mode" Fehler nicht ausgeschlossen sind, da zum einen die einzelnen Potentiometer nach dergleichen Technologie gefertigt sind, zum anderen die Signalaufbereitung der einzelnen Ausgangsgrößen nach dem gleichen Verfahren erfolgt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Meßsystem der eingangs genannten Art so weiterzuentwickeln, daß die vorgenannten Nachteile vermieden werden und eine erhöhte Funktionssicherheit des Meßsystems erreicht wird.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt gemäß der Erfindung dadurch, daß ein mit dem ersten Längen- oder Winkelaufnehmer mechanisch gekoppelter zweiter Längen- oder Winkelaufnehmer vorgesehen ist, der nach einer von der ersten Meßmethode unterschiedlichen Meßmethode arbeitet und die Linear- oder Angularbewegung in eine elektrisch verarbeitbare zweite Ausgangsgröße umsetzt, und die erste und die zweite Ausgangsgröße für eine nachfolgende Verarbeitung und Auswertung bereitstehen.

Damit können zwei Signale unterschiedlicher Herkunft, die als erste und zweite Ausgangsgröße für die gleiche mechanische Eingangsgröße charakteristisch sind, verarbeitet und zur Auswertung herangezogen werden.

Wegen der (physikalisch bzw. prinzipiell) unterschiedlichen Meßmethoden können Fehler oder Defekte, die bei dem einen Längen- oder Winkelaufnehmer auftreten, durch die Ausgangsgröße des anderen Längen- oder Winkelaufnehmers erkannt und berichtigt werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, bei Erkennen eines Fehlers der einen Ausgangsgröße nur noch die andere Ausgangsgröße zur Auswertung und Weiterverarbeitung heranzuziehen.

Vorzugsweise arbeitet der erste Längen- oder Winkelaufnehmer nach einer analogen Meßmethode und der zweite Längen- oder Winkelaufnehmer nach einer digitalen Meßmethode. Dies hat den Vorteil, daß eine sehr gute Entkopplung der jeweiligen möglichen Störeinflüsse auf die beiden Längen- oder Winkelaufnehmer möglich ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind erste und zweite Umsetzer für die Umsetzung der ersten und der zweiten Ausgangsgröße in jeweilige erste und zweite miteinander vergleichbare Meßwerte vorgesehen, und/oder die Meßwerte bzw. die Ausgangsgrößen werden in einer Verarbeitungs- und Ausgabereinrichtung verarbeitet und anschließend ausgegeben.

Diese Umsetzer und/oder die Verarbeitungs- und Ausgabereinrichtung können sehr dicht bei den beiden Längen- oder Winkelaufnehmern angeordnet sein (ggf. auch auf dem gleichen Substrat), um für die weitere Signalverarbeitung ein möglichst weitgehend aufbereitetes Signal zur Verfügung stellen zu können.

Vorzugsweise ist die erste Meßmethode für den ersten Längen- oder Winkelaufnehmer eine Erfassung sich in Abhängigkeit eines Weges oder eines Winkels kontinuierlich ändernder elektrischer Widerstands-, Kapazitäts-, Induktivitäts-, Lichtdurchlässigkeits-, oder Feldstärkewerte, und die zweite Meßmethode für den zweiten Längen- oder Winkelaufnehmer eine Erfassung sich in Abhängigkeit eines Weges oder eines Winkels impulsförmig ändernder elektrischer Widerstands-, Kapazitäts-, Induktivitäts-, Lichtdurchlässigkeits-, oder Feldstärkewerte. Das heißt, daß grundsätzlich für beide Längen- oder Winkelaufnehmer die selben Meßprinzipien verwendet werden können. Da bei einer konkreten Ausgestaltung des Meßsystems jeweils zwei unterschiedliche Meßmethoden verwendet werden, und bei der Realisierung als sich kontinuierlich ändernder Werte einerseits und impulsförmig (digital) ändernder Werte andererseits jeweils auch unterschiedliche Erfassungs- bzw. Auswertevorrichtungen zum Einsatz kommen, können spezifische Störanfälligkeiten der einen Art von Längen- oder Winkelaufnehmer durch die Resistenz des anderen Längen- oder Winkelaufnehmers in dieser Hinsicht ausgeglichen werden, und umgekehrt.

Um bei Ausfall der Versorgungsspannung nach deren Wiederherstellen eine absolute Position der Eingangsgröße ermitteln zu können, ohne das Meßsystem zuerst wieder auf eine definierte Anfangsposition (s_{min} , s_{max}) bringen zu müssen, ist es vorteilhaft, wenn der erste und/oder der zweite Längen- oder Winkelaufnehmer ein codierter Aufnehmer ist, der eine von dem Weg oder Winkel abhängige absolute Ausgangsgröße ausgibt.

Für einige Anwendungen kann es jedoch ausreichend oder gar von Vorteil sein, daß der erste und/oder der zweite Längen- oder Winkelaufnehmer ein inkrementa-

ler Aufnehmer ist, der eine von einem vorbestimmten Wegabschnitt oder Winkelabschnitt abhängige relative Ausgangsgröße ausgibt. Dies ermöglicht nämlich eine sehr einfache Auswertung (durch Zählen der abgegebenen Impulse).

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste Längen- oder Winkelaufnehmer als Potentiometer ausgebildet und der zweite Längen- oder Winkelaufnehmer ist als mechanisch abtastbares Raster ausgebildet. Dabei ist das Raster vorzugsweise als äquidistantes Streifenmuster ausgebildet und einzelne Streifen des Rasters sind elektrisch miteinander verbunden. Insbesondere bei inkrementalen oder codierten Aufnehmern besteht auch die Möglichkeit einer optischen Abtastung.

Außerdem sind der erste und der zweite Längen- oder Winkelaufnehmer parallel bzw. koaxial zueinander angeordnet und neben ihnen ist wenigstens eine elektrisch leitende Leitungsspur als Betriebsspannungsfuhr oder zur Meßgrößenableitung angeordnet.

Wenn einer der Längen- oder Winkelaufnehmer eine Ausgangsgröße bereitstellt, die eine Information über die Absolutposition enthält, z. B. ein Potentiometer, ein Drehkondensator oder dergl., kann diese Ausgangsgröße auch als Eingangsgröße für den anderen Längen- oder Winkelaufnehmer dienen, wenn dieser lediglich eine Relativbewegung erfassen kann. Auf diese Weise wird der (lediglich eine relative Größe wiedergebende) Ausgangsgröße des anderen Längen- oder Winkelaufnehmers eine Information über die Absolutposition aufgeprägt. Damit sind die beiden Längen- oder Winkelaufnehmer zwar in ihrer Wirkungsweise nicht mehr vollständig entkoppelt, aber für einige Anwendungen kann diese Ausführungsform ausreichend oder gar von Vorteil sein.

Bei höheren Anforderungen an die Sicherheit kann es jedoch erforderlich sein, die Ausgangsgröße des einen Längen- oder Winkelaufnehmers von der Ausgangsgröße des anderen Längen- oder Winkelaufnehmers unabhängig zu halten. Zwar sind die beiden Ausgangsgrößen über die Eingangsgröße verknüpft. Aber ein Einfluß auf die eine Meßmethode aufgrund von Störungen oder Defekten hat keinen Einfluß auf andere Ausgangsgröße, wenn die eine Meßgröße nicht zur Gewinnung der anderen Ausgangsgröße herangezogen wird, d. h. nicht in sie eingeht.

Um eine möglichst hohe Sicherheit bei dem für die nachfolgenden Signalverarbeitung bereitgestellten Meßwert zu erzielen, ist es vorteilhaft, wenn die Verarbeitungs- und Ausgabeeinrichtung dazu eingerichtet ist, einen zu erwartenden Wert der Ausgangsgröße des einen Längen- oder Winkelaufnehmers aus der Ausgangsgröße des anderen Längen- oder Winkelaufnehmers zu ermitteln, den Erwartungswert mit der tatsächlichen Ausgangsgröße zu vergleichen, und im Fall einer Abweichung um einen vorbestimmten Wert ein Fehlersignal zu erzeugen. Alternativ oder zusätzlich dazu kann auch eine direkte Korrektur des abgegebenen Meßwertes direkt durch die Verarbeitungs- und Ausgabeeinrichtung erfolgen.

Die Verarbeitungs- und Ausgabeeinrichtung kann auch aus dem zeitlichen Verlauf der ersten und/oder der zweiten Ausgangsgröße unter Zugrundelegung deren zeitlichem Verlauf ermitteln, ob die jeweilige Ausgangsgröße einen möglichen korrekten Wert aufweist und im Falle einer Abweichung um einen vorbestimmten Wert vom Erwartungswert ein Fehlersignal erzeugt und/oder den Fehler korrigiert.

Eine Variante der Ermittlung eines Erwartungswertes

besteht darin, daß die Verarbeitungs- und Ausgabeeinrichtung einen Zeitgeber aufweist, der ein Zeitsignal liefert, das für eine Überprüfung einer oder beider Ausgangsgrößen unter Zugrundelegung vorherbestimmter Weg/Winkel-Zeit-Beziehungen verwendet wird. Z. B. kann bei einem Inkrementalgeber als Längen- oder Winkelaufnehmer durch den Zeitgeber eine minimale und/oder eine maximale Pulsdauer vorgegeben werden, die die Ausgangsgröße bzw. das Ausgangssignal des Längen- oder Winkelaufnehmers haben kann. Eine andere Möglichkeit besteht darin, aus einer Widerstands-, Kapazitäts- oder dergl. Änderungsgeschwindigkeit auf die zu erwartende Pulsdauer eines Inkrementalgebers zu schließen.

Falls für die weitere Signalverarbeitung weitere Informationen über die Eingangsgröße erforderlich sind, kann in vorteilhafter Weise die Verarbeitungs- und Ausgabeeinrichtung aus der ersten und/oder der zweiten Ausgangsgröße und dem Zeitsignal unter Zugrundelegung vorherbestimmter Weg/Winkel-Zeit-Beziehungen abgeleitete Größen, nämlich Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Eingangsgröße ermitteln.

Die Ermittlung der abgeleiteten Größen kann auch in der Weise erfolgen, daß die Verarbeitungs- und Ausgabeeinrichtung aus der ersten und/oder der zweiten Ausgangsgröße unter Zugrundelegung deren zeitlichem Verlauf die abgeleiteten Größen ermittelt.

Im übrigen gibt es eine Reihe von Anwendungssituationen, in denen eine Relativbewegung um eine bestimmte Strecke oder Relativdrehung um einen bestimmten Winkel zu messen ist. In diesen Fällen ist es nicht unbedingt erforderlich, eine Absolutposition zu erfassen, sondern es ist ausreichend, die Relativbewegung zu erfassen. Auch hierfür ist der Erfindungsgegenstand, wie er vorstehend beschrieben ist, einsetzbar.

Gemäß einer bevorzugten Verwendung des vorstehend beschriebenen Meßsystems, wird dieses in einer elektronischen Bremsanlage mit einem elektronisch einstellbaren Bremskraftverstärker für Kraftfahrzeuge eingesetzt, wobei eine Betätigung eines mit dem Bremskraftverstärker gekoppelten Bremspedals eine Linear- oder Angularbewegung (s, α) hervorruft, die durch das an geeigneter Stelle in der Anlage angeordnete Meßsystem erfaßt wird, wobei der Meßwert und ein ggf. erzeugtes Fehlersignal aus der Verarbeitungs- und Ausgabeeinrichtung in der elektronischen Bremsanlage zur Erzeugung eines Ansteuersignals für den Bremskraftverstärker herangezogen wird.

Weitere ausgestaltende Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand von Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Potentiometersystems, welche vorzugsweise der Erfassung einer geradlinigen Bewegung dient,

Fig. 2 einen möglichen, hier linearen Verlauf der analogen Ausgangsgröße in Abhängigkeit von der Eingangsgröße,

Fig. 3 einen möglichen, hier linearen Verlauf der impulsförmigen Ausgangsgröße in Abhängigkeit von der Eingangsgröße,

Fig. 4 Blockschaltbild einer möglichen Auswerteeinheit,

Fig. 5 schematisch eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Potentiometersystems,

Fig. 6 den Verlauf der impulsförmigen Ausgangsgröße in Abhängigkeit der Eingangsgröße, der sich gemäß der Ausführung nach Fig. 5 ergibt,

Fig. 7 schematisch eine Ausführungsform, welche

vorzugsweise der Erfassung einer Drehbewegung dient, und

Fig. 8 ein Blockschaltbild des Meßsystems.

Fig. 1 zeigt auf einem elektrisch isolierenden Substrat 9 drei langgestreckte, parallel zueinander angeordnete Schleifbahnen in Form einer kammförmigen (elektrisch leitenden) Schleifbahn 1, einer Widerstandsbahn 3 sowie einer homogenen (elektrisch leitenden) Schleifbahn 4, auf denen die Schleifkontakte 5a, 5c und 5d in s-Richtung im Bereich von s_{min} bis s_{max} gleiten. Über ein quer zu den Schleifbahnen 1, 3, 4 angeordnetes und mit den Schleifkontakten starr verbundenes Verbindungsstück 6 besteht zwischen den Schleifkontakten 5a, 5c und 5d eine starre und vor allem elektrisch einwandfrei leitende Verbindung. Die zu erfassende Eingangsgröße s wird in geeigneter Form über das Verbindungsstück 6 eingeleitet, was hier nicht näher auszuführen ist.

Die kammförmige Schleifbahn 1 ist aus einem durchgehenden Abschnitt 1a gebildet, an dem in einem in s-Richtung äquidistanten Raster seitlich Vorsprünge 1b angeformt sind, über die die Schleifkontakte 5a gleiten.

Die positive- und negative Betriebsspannung, $UB+$ bzw. $UB-$, wird jeweils an Endpunkten 3a und 3b der Widerstandsbahn 3 eingespeist. Die von der Eingangsgröße s abhängige Potentiometerspannung UPOT wird über den Schleifkontakt 5c an der Widerstandsbahn 3 abgegriffen, über den Schleifkontakt 5d auf die homogene Schleifbahn 4 übertragen und kann an Punkt 4a zur weiteren Signalverarbeitung abgenommen werden.

In Fig. 2 ist der Verlauf der Potentiometerspannung UPOT für den Fall dargestellt, daß das Verbindungsstück 6 und damit die Schleifkontakte 5a, 5c und 5d in s-Richtung im Bereich von s_{min} nach s_{max} gleichförmig bewegt werden. Demgemäß wird jeder Position s ein eindeutiger Spannungsverlauf UPOT zugeordnet.

Bei Verschiebung des Verbindungsstücks 6 längs der s-Richtung wird über den Schleifkontakt 5a, der ebenfalls die Potentiometerspannung UPOT führt, die Unterbrecherseite 1b der kammförmigen Schleifbahn 1 abgetastet, so daß an dem Punkt 1c ein impulsförmiger Spannungsverlauf UPULS abgenommen werden kann.

Auf diese Weise wird neben der eigentlichen Ausgangsgröße des Potentiometers UPOT, die als analoges Signal die absolute Position des Schleifkontaktes 5c auf der Widerstandsbahn 3 wiedergibt, eine weitere Ausgangsgröße UPULS bereitgestellt, die als Impulsfolge relative Positionsänderungen des Schleifkontaktes 5c auf der Widerstandsbahn 3 anzeigt.

Bei gleichförmiger Bewegung des Verbindungsstücks 6 in s-Richtung ergibt sich der in Fig. 3 gezeigte impulsförmige Spannungsverlauf UPULS. Dabei stellt sich in den Bereichen, wo eine Kontaktierung zwischen Unterbrecherseite 1b und Schleifkontakt 5a auftritt, für UPULS stets dergleiche Verlauf wie bei UPOT ein, ansonsten fällt UPULS auf einen Wert in der Größenordnung Null ab.

Befindet sich das Verbindungsstück 6 in einer Ruheposition, die stets nicht vorherbestimmt ist, so nimmt UPULS entweder den aktuellen Wert von UPOT oder den Wert nahe Null an.

Damit ergibt sich der Vorteil, daß einer nachgeschalteten Auswerteeinheit 20 voneinander unabhängige Ausgangsgrößen UPULS, UPOT zugeführt werden können, wodurch die bei sicherheitskritischen Systemen geforderte Überwachung sowohl der Potentiometerfunktion als auch der Anschlußleitungen zur Auswerteeinheit möglich ist.

Im Hinblick auf den bevorzugten Einsatz von Mikro-

prozessoren oder Microcontrollern als Auswerteeinheit erweist sich als Vorteil, daß auch der Mikroprozessoren oder Microcontroller überwacht wird, da die Ausgangsgrößen UPOT, UPULS in voneinander unabhängigen analogen sowie digitalen Signalwegen innerhalb der Auswerteeinheit 20 verarbeitet werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die von der kammförmigen Schleifbahn 1 abgegriffene Impulsfolge UPULS mit zunehmender Betriebszeit keiner negativen Beeinflussung durch erhöhte Übergangswiderstände bedingt unterliegt, und damit gegebenenfalls zur Korrektur des an der Widerstandsbahn 3 abgegriffenen analogen Signales UPOT herangezogen werden kann.

Eine mögliche Form der Weiterverarbeitung der Potentiometerspannung UPOT und des impulsförmigen Spannungsverlaufs UPULS wird anhand von Fig. 4 erläutert.

Hierbei wird UPOT einem Analog-/Digital-Umsetzer 12 zugeführt, dem als Schutzmaßnahme üblicherweise ein Spannungsbegrenzer und Impulsformer- oder Filterbaustein 10 vorgeschaltet ist. Der digitalisierte Wert ADPOT wird dann über einen Kanal 13 einer Rechen- und Vergleichereinheit 14 zugeführt, so daß dort unter Zugrundelegung des Eingangs-/Ausgangssignalverhaltens des verwendeten Potentiometersystems die absolute Position s bestimmt werden kann. Die Steuerung des Analog-/Digital-Umsetzers 12 erfolgt durch die Rechen- und Vergleichereinheit 14 über einen Kanal 15.

UPULS wird über Baustein 11 in geeigneter Weise verstärkt und gefiltert, um als rechteckförmige Impulsfolge dem Impulzzähler 16 zugeführt zu werden. Der Zählerstand NPULS wird als Digitalwert über Kanal 17 an die Rechen- und Vergleichereinheit 14 übermittelt, so daß beim Verfahren des Verbindungsstücks 6 in s-Richtung mit Kenntnis der Abmessung $d2$ der Vorsprünge 1b in s-Richtung und des Abstandes $d1$ zweier aufeinanderfolgender Vorsprünge 1b in s-Richtung an der Schleifbahn 1 relative Positionsänderungen Δs bestimmt werden können. Die notwendigen Steuerungsaufgaben, wie zum Beispiel das Zurücksetzen des Zählerstandes NPULS, werden auch hier von der Rechen- und Vergleichereinheit 14 über einen Kanal 18 übernommen.

Überwachungs- und/oder Korrekturaufgaben könnten innerhalb der Rechen- und Vergleichereinheit 14 beispielsweise über einen Algorithmus ausgeführt werden, derart, daß stets die letzte absolute Position $s(n-1)$ zwischengespeichert wird, nach Verfahren in eine neue absolute Position $s(n)$ die Differenz $s(n) - s(n-1)$ gebildet wird, die dann mit der unabhängig bestimmten relativen Positionsänderung Δs verglichen wird.

Durch den Zeitgeber 19 ist es der Rechen- und Vergleichereinheit 14 möglich die Signale ADPOT und NPULS in Abhängigkeit der Zeit zu erfassen und damit unter Anwendung bekannter Längen-Zeit-Beziehungen auch Größen wie beispielsweise Geschwindigkeit oder Beschleunigung zu bestimmen.

Da die Funktionsblöcke Analog-/Digital-Umsetzer 12, Rechen- und Vergleichereinheit 14, Impulzzähler 16 sowie Zeitgeber 19 auf handelsüblichen Mikrorechnern bereits serienmäßig bereitgestellt werden, kann die Auswerteeinheit 20 unter Verwendung eines solchen Mikrorechners besonders einfach und kostengünstig ausgeführt werden.

Fig. 5 zeigt eine Weiterbildung der Ausführung nach Fig. 1, bei der eine weitere homogene Schleifbahn 2 angeordnet ist, auf der ein weiterer Schleifkontakt 5b in s-Richtung im Bereich von s_{min} bis s_{max} gleitet. An

Punkt 2a der homogenen Schleifbahn 2 wird die positive Betriebsspannung UB+ eingespeist. Eine starre Verbindung zwischen den Schleifkontakten 5a—d wird hier ebenfalls durch ein Verbindungsstück 7 hergestellt, allerdings besteht eine elektrisch einwandfrei leitende Verbindung nur zwischen den Schleifkontakten 5a und 5b, sowie zwischen den Schleifkontakten 5c und 5d.

Erfolgt hier bei Verschiebung des Verbindungsstücks 7 in s-Richtung durch Schleifkontakt 5a eine Abtastung der Unterbrecherseite 1b, so kann am Punkt 1c ein impulsförmiger Spannungsverlauf UPULS abgenommen werden, der eine konstante Amplitude aufweist.

Der Spannungsverlauf für UPULS, der sich für diese Ausführung bei gleichförmiger Bewegung des Verbindungsstücks 7 in s-Richtung ergibt, ist in Fig. 6 dargestellt.

Vorteilhaft bei dieser Ausgestaltung erweist sich zum einen, daß Baustein 11 zur Signalaufbereitung von UPULS einfacher und damit kostengünstiger ausgeführt werden kann, zum anderen, daß die Ausgangsgrößen Potentiometerspannung UPOT und impulsförmiger Spannungsverlauf UPULS vollständig voneinander entkoppelt sind.

In Fig. 7 ist eine Ausführungsform der Erfindung dargestellt, wie sie vorzugsweise bei Erfassung einer Drehbewegung zum Einsatz kommt. Hierbei sind die homogene Schleifbahn 4, die Widerstandsbahn 3 sowie die kammförmige Schleifbahn 1 koaxial zum Mittelpunkt M des Systems angeordnet.

Die Schleifkontakte 5d, 5c und 5a sind starr und elektrisch einwandfrei leitend über das Verbindungsstück 8, welches eine drehbare Aufnahme im Mittelpunkt M besitzt, miteinander verbunden, so daß bei Einleitung der Eingangsgröße alpha die Schleifkontakte 5d, 5c und 5a radial zum Mittelpunkt M im Bereich von alphan bis alphamax auf den zugehörigen Schleifbahnen (4, 3 und 1) geführt werden.

Die Einspeisung der Betriebsspannungen UB+ und UB- erfolgt an den Endpunkten 3a und 3b der Widerstandsbahn 3, die Abnahme von UPOT erfolgt an Punkt 4a der homogenen Schleifbahn 4, UPULS wird am Punkt 1c der kammförmigen Schleifbahn 1 abgenommen.

Erfolgt eine gleichförmige Drehbewegung des Verbindungsstücks 8 um den Mittelpunkt M im Bereich von alphan bis alphamax, so stellt sich für den Fall einer linearen Widerstandsbahn 3 für UPULS der gleiche wie in Fig. 3 gezeigte Verlauf ein.

In Fig. 8 ist ein Blockschaltbild des Meßsystems veranschaulicht, das die prinzipielle Funktionsweise verdeutlicht. Die Eingangsgröße s oder alpha wird parallel dem ersten und dem zweiten Längen- oder Winkelaufnehmer 3,1 zugeführt. Die strichlierte Verbindung von dem ersten Längen- oder Winkelaufnehmer 3 zu dem zweiten Längen- oder Winkelaufnehmer 1 veranschaulicht die in den Fig. 1 und 7 gezeigte Variante, daß die eine Ausgangsgröße (hier UPOT) durch die andere Ausgangsgröße (hier UPULS) moduliert wird, um in beiden Ausgangsgrößen eine Information über die Absolutposition s, alpha zu haben.

Die beiden Ausgangsgrößen UPOT, UPULS werden dann der Auswertungs- und Verarbeitungseinheit 20 zugeführt, die dann beiden Ausgangsgrößen verarbeitet und einen Meßwert sowie ggf. ein Fehlersignal ausgibt.

Als entscheidender Vorteil bleibt jedoch hervorzuheben, daß bei Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Meßsystem als Potentiometeranordnung mit einem parallel angeordneten Inkrementalgeber neben allen bereits angeführten Vorteilen eine einfache und kosten-

günstige Herstellung möglich und vor allem sehr wenig Einbauraum benötigt wird.

Die bisher betrachtete Ausführung, bei der zur Generierung der Impulsfolge zusätzlich zur Widerstandsbahn eines Potentiometers eine kammförmige Schleifbahn aufgebracht wird, stellt eine fertigungstechnisch günstige Form dar, aber auch der Einsatz optoelektrischer, induktiver oder kapazitiver Verfahren ist für die Erzeugung der Ausgangsgröße in Betracht zu ziehen.

Patentansprüche

1. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen, mit

- einem ersten Längen- oder Winkelaufnehmer (3), der nach einer ersten Meßmethode arbeitet und eine Eingangsgröße (s; alpha) in Form einer Linear- oder Angularbewegung in eine elektrisch verarbeitbare erste Ausgangsgröße (UPOT) umsetzt, dadurch gekennzeichnet, daß

- ein mit dem ersten Längen- oder Winkelaufnehmer (3) mechanisch gekoppelter zweiter Längen- oder Winkelaufnehmer (1) vorgesehen ist, der nach einer von der ersten Meßmethode unterschiedlichen Meßmethode arbeitet und die Linear- oder Angularbewegung (s, alpha) in eine elektrisch verarbeitbare zweite Ausgangsgröße (UPULS) umsetzt, und
- die erste und die zweite Ausgangsgröße (UPOT, UPULS) für eine nachfolgende Verarbeitung und Auswertung bereitstehen.

2. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Längen- oder Winkelaufnehmer (3) nach einer analogen Meßmethode arbeitet und der zweite Längen- oder Winkelaufnehmer (1) nach einer digitalen Meßmethode arbeitet.

3. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß erste und zweite Umsetzer (10, 12; 11, 16) für die Umsetzung der ersten und der zweiten Ausgangsgröße (UPOT, UPULS) in jeweilige erste und zweite miteinander vergleichbare Meßwerte (ADPOT, NPULS) vorgesehen sind, die in einer Verarbeitungs- und Ausgabereinrichtung (20) verarbeitet und ausgegeben werden.

4. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß

- die erste Meßmethode für den ersten Längen- oder Winkelaufnehmer (3) eine Erfassung sich in Abhängigkeit eines Weges (s) oder eines Winkels (alpha) kontinuierlich ändernder elektrischer Widerstands-, Kapazitäts-, Induktivitäts-, Lichtdurchlässigkeits-, oder Feldstärkewerte umfaßt, und

- die zweite Meßmethode für den zweiten Längen- oder Winkelaufnehmer (1) eine Erfassung sich in Abhängigkeit eines Weges (s) oder eines Winkels (alpha) impulsförmig ändernder elektrischer Widerstands-, Kapazitäts-, Induktivitäts-, Lichtdurchlässigkeits-, oder Feldstärkewerte umfaßt.

5. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und/oder der zweite Längen- oder Winkelaufnehmer (1) ein

- codierter Aufnehmer ist, der eine von dem Weg oder Winkel (s , α) abhängige absolute Ausgangsgröße ausgibt.
6. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und/oder der zweite Längen- oder Winkelaufnehmer (1) ein inkrementaler Aufnehmer ist, der eine von einem vorbestimmten Wegabschnitt oder Winkelabschnitt abhängige relative Ausgangsgröße ausgibt.
7. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Längen- oder Winkelaufnehmer (3) als Potentiometer ausgebildet ist und der zweite Längen- oder Winkelaufnehmer (1) als mechanisch abtastbares Raster (1b) ausgebildet ist.
8. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das Raster (1b) als äquidistantes Streifenmuster ausgebildet ist.
9. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Streifen des Rasters (1b) elektrisch miteinander verbunden sind.
10. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und der zweite Längen- oder Winkelaufnehmer (3, 1) parallel bzw. koaxial zueinander angeordnet sind, neben denen wenigstens eine elektrisch leitende Leitungsspur (2, 4) als Betriebsspannungszufuhr oder zur Meßgrößenableitung angeordnet ist.
11. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsgröße (UPOT) des einen Längen- oder Winkelaufnehmers (3) auch als Eingangsgröße für den anderen Längen- oder Winkelaufnehmer (1) dient.
12. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsgröße des einen Längen- oder Winkelaufnehmers von der Ausgangsgröße des anderen Längen- oder Winkelaufnehmers unabhängig ist.
13. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verarbeitungs- und Ausgabereinrichtung (20) dazu eingerichtet ist, einen zu erwartenden Wert der Ausgangsgröße des einen Längen- oder Winkelaufnehmers aus der Ausgangsgröße des anderen Längen- oder Winkelaufnehmers zu ermitteln, den Erwartungswert mit der tatsächlichen Ausgangsgröße zu vergleichen, und im Fall einer Abweichung um einen vorbestimmten Wert ein Fehlersignal (Fehler) zu erzeugen.
14. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verarbeitungs- und Ausgabereinrichtung (20) einen Zeitgeber (19) aufweist, der ein Zeitsignal liefert, das für eine Überprüfung einer oder beider Ausgangsgrößen (UPOT, UPULS) unter Zugrundelegung vorherbestimmter Weg/Winkel-Zeit-Beziehungen verwendet wird.
15. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch

gekennzeichnet, daß die Verarbeitungs- und Ausgabereinrichtung (20) aus der ersten und/oder der zweiten Ausgangsgröße (UPOT, UPULS) und dem Zeitsignal unter Zugrundelegung vorherbestimmter Weg/Winkel-Zeit-Beziehungen abgeleitete Größen, nämlich Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Eingangsgröße ermittelt.

16. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verarbeitungs- und Ausgabereinrichtung (20) aus der ersten und/oder der zweiten Ausgangsgröße (UPOT, UPULS) unter Zugrundelegung deren zeitlichem Verlauf abgeleitete Größen, nämlich Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Eingangsgröße (s , α) ermittelt.

17. Meßsystem für Linear- oder Angularbewegungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verarbeitungs- und Ausgabereinrichtung (20) aus dem zeitlichen Verlauf der ersten und/oder der zweiten Ausgangsgröße unter Zugrundelegung deren zeitlichem Verlauf ermittelt, ob die jeweilige Ausgangsgröße einen möglichen korrekten Wert aufweist.

18. Verwendung eines Meßsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einer elektronischen Bremsanlage mit einem elektronisch einstellbaren Bremskraftverstärker für Kraftfahrzeuge, dadurch gekennzeichnet, daß eine Betätigung eines mit dem Bremskraftverstärker gekoppelten Bremspedals eine Linear- oder Angularbewegung (s , α) hervorruft, die durch das Meßsystem erfaßt wird, wobei der Meßwert und ein Fehlersignal aus der Verarbeitungs- und Ausgabereinrichtung (20) in der elektronischen Bremsanlage zur Erzeugung eines Ansteuersignals für den Bremskraftverstärker herangezogen wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

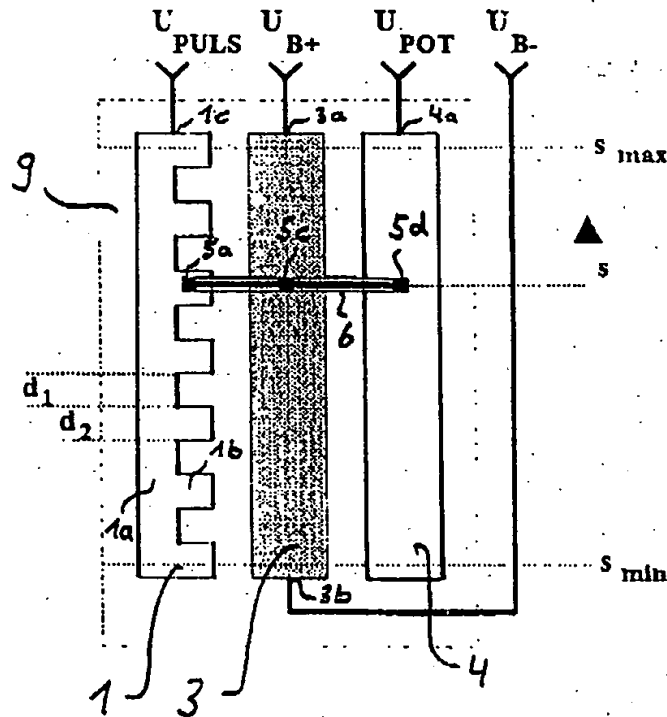


Fig. 4

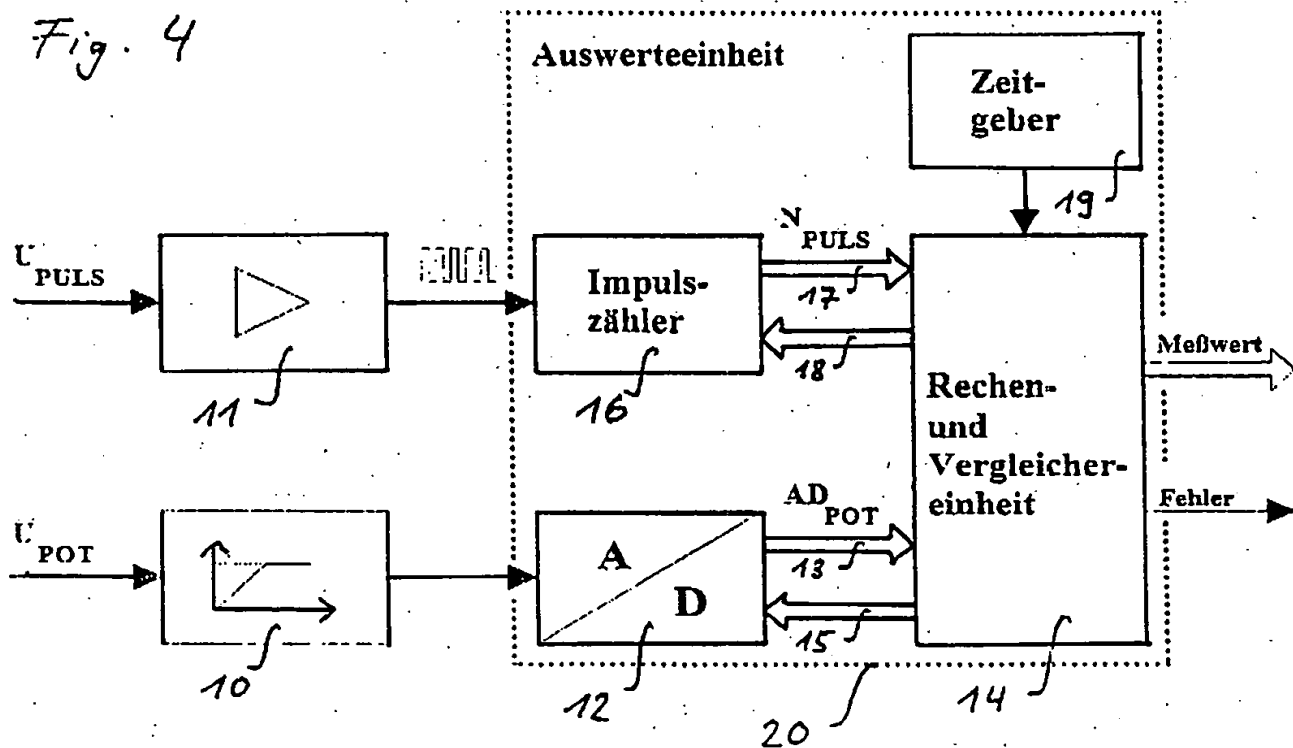


Fig. 2

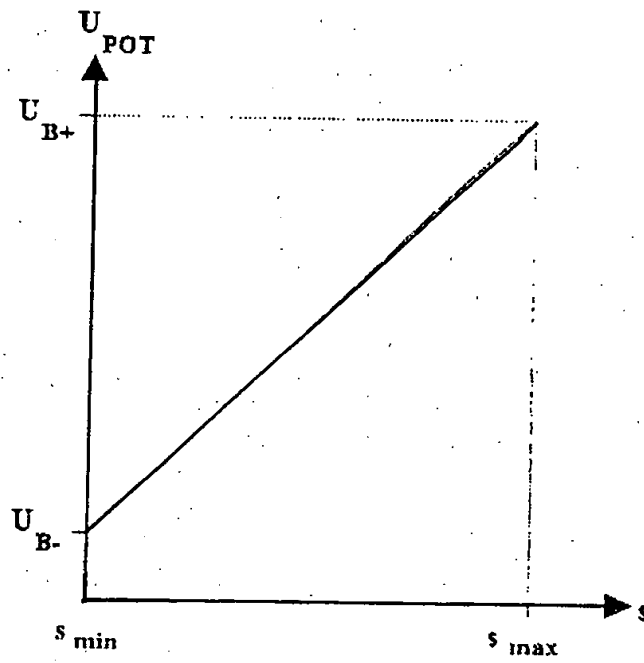


Fig. 3

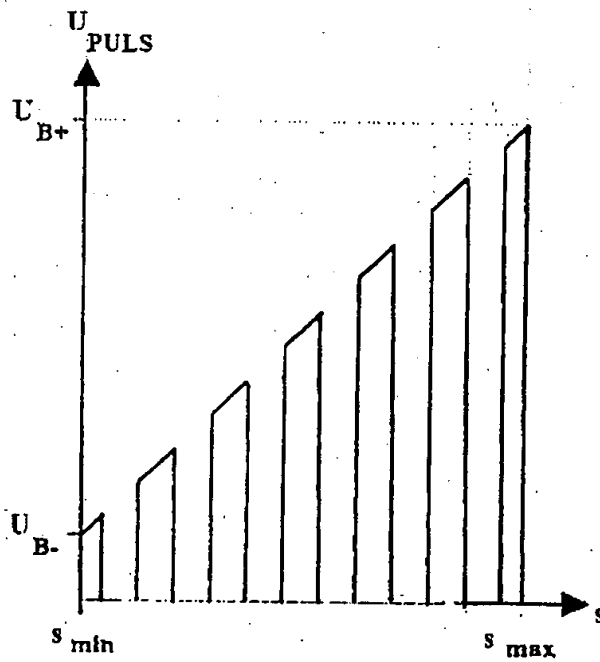


Fig. 5

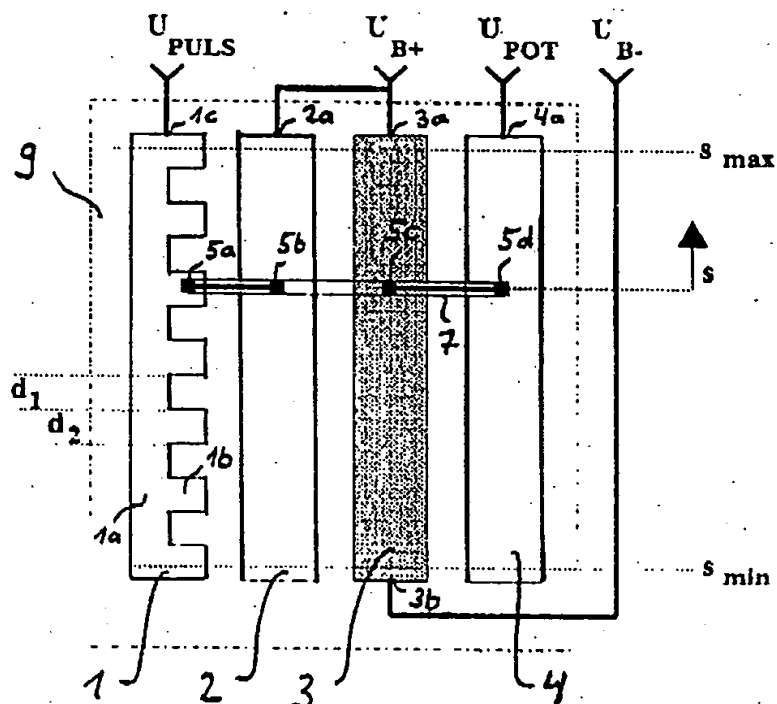


Fig. 6

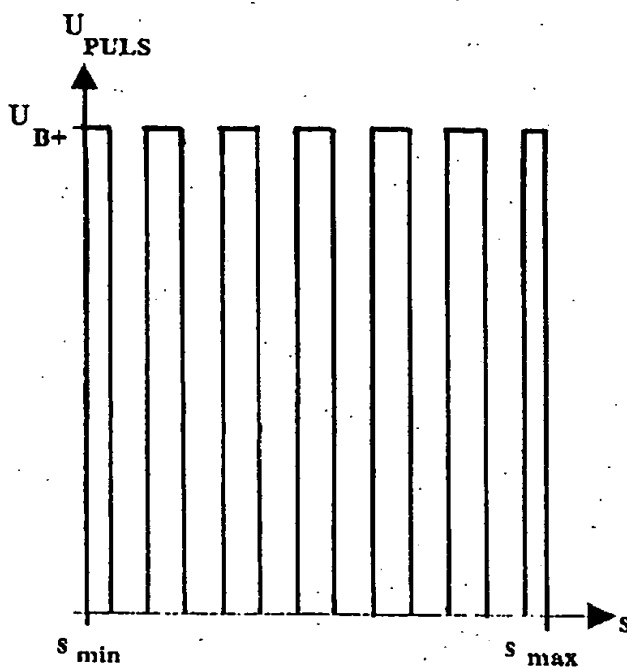


Fig. 7

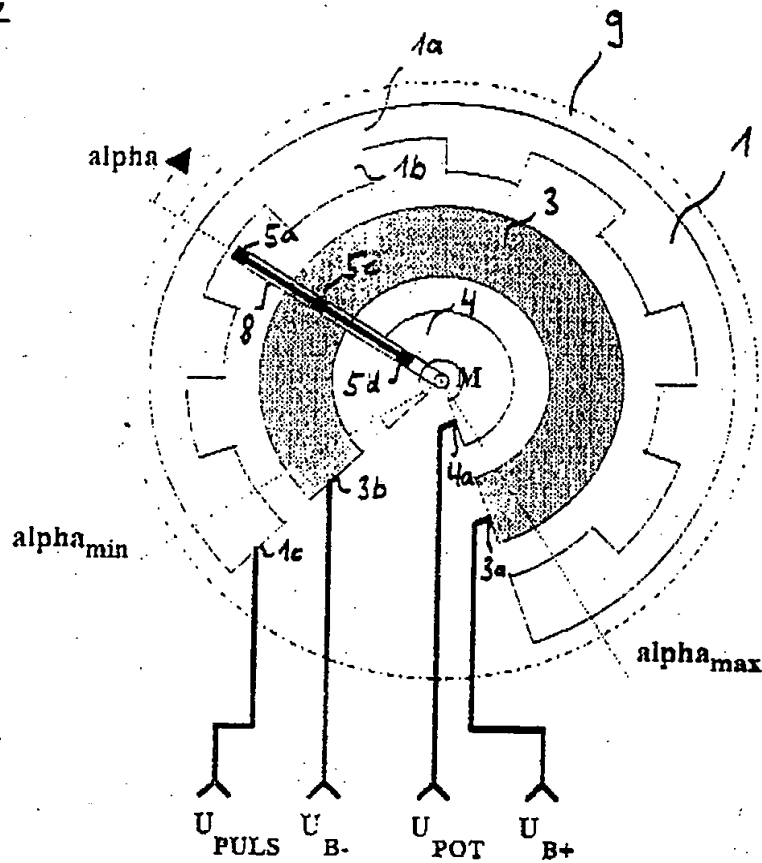
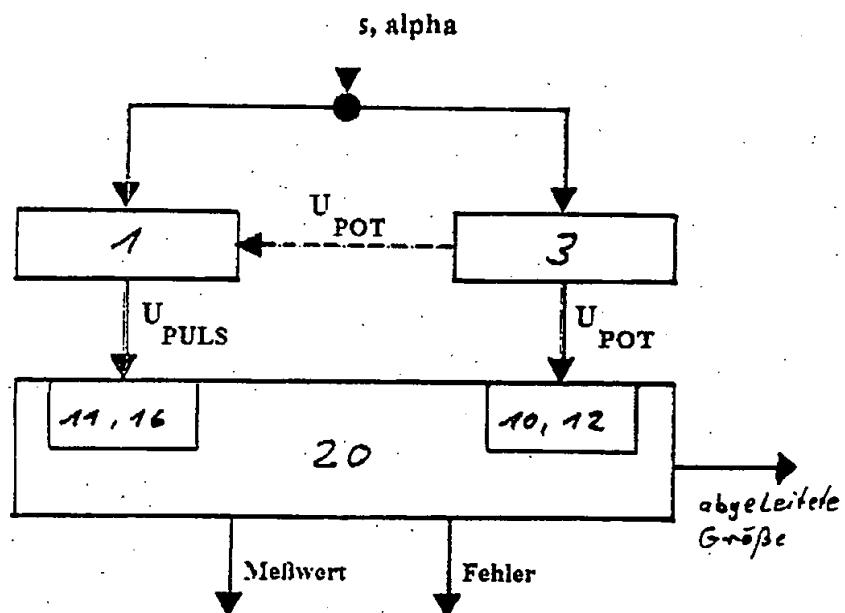


Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)